

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

1/5/1  
DIALOG(R) File 351:Derwent CPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

A3

004119758

WPI Acc No: 1984-265299/198443

XRAM Acc No: C84-112223

XRPX Acc No: N84-198192

**Increasing anthocyanin content of fruit and plants - by exposure to blue and red light**

Patent Assignee: GTE LAB INC (SYLV )

Inventor: KADKADE P G

Number of Countries: 004 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
FR 2542567	A	19840921	FR 844044	A	19840316	198443 B
JP 59179017	A	19841011	JP 8449388	A	19840316	198447
DE 3409796	A	19841129	DE 3409796	A	19840316	198449
CA 1243237	A	19881018				198846

Priority Applications (No Type Date): US 83476080 A 19830317

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
FR 2542567	A	29		

Abstract (Basic): FR 2542567 A

Specifically the fruits and plants treated are apples, such as Red Delicious and MACINTOSH, grapes such as Emperor, blueberries such as Vaccinium macrocarpon AIT, and poinsettias such as Euphorbia pulcherrima V-14.

The fruits and plants are pref. exposed to the blue and red light of high intensity discharge lamps or fluorescent lamps for 1-4 hrs. daily at night for up to 40 days before harvesting. The lamps have an intensity of 1-200 milli watts/sq.cm. and the emissions have peaks at 448 nm for the blue light and 660 nm for the red light. In an alternative process, apples that have been picked are stored in the cold and exposed to red light continuously for 4 days.

USE/ADVANTAGE - Increased colouration due to anthocyanin increases the commercial value of fruits and ornamental plants. This process causes no undesirable side effects, unlike chemical means for achieving the same object.

Title Terms: INCREASE; ANTHOCYANIN; CONTENT; FRUIT; PLANT; EXPOSE; BLUE; RED; LIGHT

Derwent Class: C03; D13; P13

International Patent Class (Additional): A01G-007/06; A01H-003/02;

A01N-003/00; A23B-007/00; A23L-001/02; A23N-015/06

File Segment: CPI; EngPI

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3409796 A1**

⑤1 Int. Cl. 3:  
**A01H 3/02**  
A 01 G 7/04

②1 Aktenzeichen: P 34 09 796.1  
②2 Anmeldetag: 16. 3. 84  
④3 Offenlegungstag: 29. 11. 84

DE 3409796 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
17.03.83 US 476080

⑦1 Anmelder:  
GTE Laboratories Inc., Wilmington, Del., US

⑦4 Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München

⑦2 Erfinder:  
Kadkade, Prakash G., Marlborough, Mass., US

Behördenstempel

⑤4 Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in Früchten und Pflanzen

Die Anthocyanbildung in Früchten und Pflanzen, wie Äpfeln, Trauben, großfrüchtigen Moosbeeren und Poinsettien kann durch eine Nachtunterbrechungsbehandlung vor der Ernte sowohl mit blauem als auch mit rotem Licht verbessert werden. Das benutzte Licht hat maximale Emmisionsspitzen, die um 448 nm bzw. 660 nm liegen. Im Anschluß an die Ernte können kalt gelagerte Äpfel kontinuierlich rotem Licht ausgesetzt werden.

DE 3409796 A1

3409796

L-m1 14-03

Anm. STE LABORATORIES  
INCORPORATED

Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in Früchten und  
Pflanzen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in einem aus der aus Früchten und Pflanzen bestehenden Gruppe gewählten Produkt, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt einer kombinierten Behandlung mit blauem und rotem Licht unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt aus der aus Äpfeln, Trauben, großfrüchtigen Moosbeeren und Poinsettien bestehenden Gruppe ausgewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe aus Äpfeln der Sorte roter Delicious, McIntosh, Malus domestica, Trauben der Sorte Emperor, großfrüchtigen Moosbeeren, Vaccinium macrocarpon AIT, und Poinsettien, Euphorbia pulcherrima V-14 besteht.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt für eine Anzahl von Tagen vor der Ernte einer Nachtunterbrechungsbehandlung unterzogen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt 40 Tage vor der Ernte belichtet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachtunter-

brechungs-Lichtbehandlung mit Lampen vorgenommen wird, die aus der aus Hochleistungsentladungslampen und Leuchtstofflampen bestehenden Gruppe ausgewählt werden und eine Stärke von 1 bis 200  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  haben, wobei die Behandlung von einer bis vier Stunden pro Tag vorgenommen wird.

7. Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in einem aus der aus Äpfeln der Sorte roter Delicius, McIntosh, großfrüchtigen Moosbeeren, Trauben der Sorte Emperor und Poinsettia bestehenden Gruppe ausgewählten Produkt, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt vor der Ernte in verschiedenen Zeitintervallen einer Nachtunterbrechungsbelichtung durch eine kombinierte Behandlung mit blauem und rotem Licht mit maximalen Emissionsspitzen um 448 bzw. 660 nm unterzogen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Produkt Poinsettia gewählt wird, und daß zur Nachtunterbrechungsbelichtung rotes Licht mit einer maximalen Emissionsspitze gewählt wird, die um 660 nm zentriert ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt aus der aus Äpfeln und Trauben bestehenden Gruppe gewählt wird, und daß die Nachtunterbrechungsbelichtung aus der aus rotem Licht mit einer um 660 nm zentrierten maximalen Emissionsspitze und einer kombinierten Behandlung mit rotem und blauem Licht mit maximalen Emissionsspitzen um 448 nm bzw. 660 nm bestehenden Gruppe gewählt wird.

10. Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in geernteten Äpfeln, dadurch gekennzeichnet, daß die Äpfel, während sie sich in regulärer kalter Lagerung befinden, kontinuierlich rotem Licht einer maximalen Emissionsspitze um 660 nm ausge-

setzt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Äpfel während  
einer Zeitspanne von vier Tagen kontinuierlich belichtet wer-  
den.

PATENTANWALT

**JÖRG-MICHAEL LEMKE**

DIPLOM-INGENIEUR

15.05.84

3409796

- 4 -

8900 Augsburg

Wolframstraße 9

Telefon 0821/555007

L-m1. 214-03

Anm.: GTE LABORATORIES  
INCORPORATED

---

Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung  
in Früchten und Pflanzen

---

Die Erfindung betrifft die Anwendung spezieller Lichtbehandlungen zur Verbesserung der Anthocyanbildung in wirtschaftlich wichtigen Frucht- und Zierpflanzen, ohne dabei andere Qualitätsmerkmale des Produktes oder das Wachstum oder die Entwicklung der Pflanzen zu beeinträchtigen.

Anthocyane sind wasserlösliche Pigmente, die für die anziehenden Farben von Blumen, Blättern und Früchten verantwortlich sind. Abgesehen von der biologischen Rolle, die sie spielen, sind Anthocyane ästhetisch und wirtschaftlich wichtig, da ihre Bildung und Stabilität für die Vermarktung pflanzlicher Produkte wesentlich ist.

Bisher hat man eine Verbesserung der roten Farbe landwirtschaftlicher Produkte auf dem Feld oder im Gewächshaus durch Sprühen oder Behandeln der Pflanzen und/oder spezieller Pflanzenteile mit chemischen Regulatoren erreicht. In manchen Fällen sind auch genetische Selektions- und Züchtungsmethoden zur Farbaufbesserung angewandt worden.

Die von Anbauern für eine zeitgerechte Entwicklung der roten Farbe in gewissen Zier- und Fruchtplanzen bisher benutzten chemischen Regulatoren haben die Tendenz, unerwünschte Nebenwirkungen hervorzurufen (Entblätterung, Verkürzung der Lagerdauer, Verhinderung des Wurzelwachstums usw.), und häufig zeigt sich bisher, daß das Ansprechverhalten deutlich unterschiedlich ist. Genetische Selektions- und Züchtungsverfahren sind andererseits sehr arbeitsintensiv und zeitraubend.

Es ist bekannt, daß die Anthocyan synthese in einem weiten Bereich von Geweben und Pflanzensorten durch Licht gefördert wird. Die Förderung durch Licht scheint durch mindestens zwei photochemische Reaktionen vermittelt zu werden: 1.) eine energieschwache, rot/langwellig rot umsteuerbare (reversible) phytochromgesteuerte Reaktion und 2.) eine Intensivbestrahlungsreaktion, die im blauen und im langwellig roten Bereich des sichtbaren Lichtspek-



trums am wirksamsten ist. Die Intensivbestrahlungsreaktion der Anthocyanakkumulation ist bisher meistens auf der Basis des Phytochroms oder eines anderen, noch unbekannten Photorezeptors untersucht und gedeutet worden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Fördern der Anthocyanbildung in Früchten und Pflanzen zu schaffen, mit dem eine Verbesserung des Anthocyans in Früchten oder Zierpflanzen möglich ist, ohne daß anderweitige schädliche Bedingungen eintreten.

Die zeitgerechte Entwicklung der roten Farbe in gewissen Zier- und Fruchtpflanzen hat großes wirtschaftliches Gewicht in der Produktion und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Es gibt viele Faktoren, die die Anthocyanbildung beeinflussen, und einer davon ist der Einfluß des Lichts. Der Lichteinfluß auf Früchte und Zierpflanzen wurde mit verschiedenen Methoden untersucht. Dazu gehören die folgenden: Ganze, grüne, reife Äpfel und/oder großfrüchtige Moosbeeren (auch Preiselbeeren), die normal kühl gelagert wurden, wurden einer kombinierten Behandlung mit blauem ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ ) und rotem ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) Licht ausgesetzt, dessen maximale Emissionsspitzen um  $448 \text{ nm}$  bzw.  $660 \text{ nm}$  lagen. Diese Behandlung erfolgte in unterschiedlichen Zeitintervallen. Die Ergebnisse zeigten eine deutliche Verbesserung der Anthocyanbildung (im Durchschnitt  $46 \%$  mehr als bei entweder Blaulicht- oder Rotlichtbehandlung allein). Ähnlich wurde die Anthocyanbildung in der Schale reifer Äpfel durch Bestrahlung nach der Ernte mit rotem und blauem Licht bei  $10^\circ \text{ C}$  wesentlich verbessert (im Durchschnitt  $35 \%$  mehr im Vergleich zu unbeleuchteten Kontrollgruppen).

Gemäß der Erfindung kann die Anthocyanbildung in Früchten und Pflanzen dadurch verbessert werden, daß diese einer kombinierten Behandlung mit blauem und rotem Licht ausgesetzt werden. Die Pflanzen können bis zu 40 Tage vor der Ernte Hochleistungsentladungslampen und/oder VHO schmalbandigen Leucht-

448, 467, 504, 550, 590, 660 und 740 nm (geliefert von der GTE Sylvania Lighting Products, Danvers, MA) wurden (in allen Fällen mit Ausnahme der 371 nm Lampe) mit einer Polyesterfolie "Weatherable" einer Dicke von 0,13 mm (5 mil) (Martin Processing Co., Martinville, VA) bedeckt. Außerdem wurden die UV-Vorfilter umgebende Kunststofffilter benutzt, um sichtbare Quecksilberlinien zu absorbieren, die nicht im unmittelbaren Spektralbereich der schmalbandigen Emissionen lagen. Die für jede Lampenquelle benutzten Bandbreiten und Filter sind bekannt. Anthocyan wurde aus allen Geweben unter Verwendung von Methanol-HCl (99:1 Volumenverhältnis) extrahiert. Die Extrakte wurden durch Filtrieren geklärt und Verdünnungen der Extrakte innerhalb jedes Satzes von Pflanzengewebe mit Methanol-HCl hergestellt, bis die Absorption der Lösung in einem Spektrophotometer bei 530 nm und 657 nm abgelesen werden konnte. Die Formel ( $A_{530} - 0,33 A_{657}$ ) wurde benutzt, um den Beitrag von Chlorophyll und seiner Zerfallsprodukte in saurer Lösung zu dem Absorptionswert bei 530 nm auszuschalten.

### 3. Ergebnisse

Die Aktionsspektren für die Anthocyanbildung wurden an Scheibchen aus Preiselbeer- und Apfelschalen und modifizierten Poinsettienblättern gemessen. Die Messungen des Aktionsspektrums erfolgten während der linearen Periode der Anthocyanbildung. Representative Ergebnisse verschiedener Untersuchungen des Aktionsspektrums sind in Fig. 1 gezeigt, in der ein Aktionsspektrum für die Anthocyanbildung in ausgewählten Modellpflanzen dargestellt ist.

Es wurden Scheiben in 0,1 molarer Sukrose und bei Licht unterschiedlicher Wellenlängen inkubiert. Die Anthocyanbildung ist als Funktion der Wellenlänge des für jede Inkubation benutzten Lichts eingetragen. Jeder Punkt der Kurve stellt einen Durchschnitt von 15 Proben dar, und jede Probe besteht aus 50 Scheibchen.

In 0,1 molarer Sukrose und bei Licht unterschiedlicher Wellenlängen kultivierte Scheibchen großfrüchtiger Moosbeerenscheiden zeigten zwei deutliche Spitzen der Anthocyanbiosynthese, und zwar eine niedrigere Spitze bei 448 nm und eine höhere Spitze bei 660 nm. Das Aktionsspektrum für die Anthocyanbildung in Scheibchen von Poinsettienblättern und Apfelschalen war im wesentlichen dasselbe wie das für die Moosbeeren erzielte Aktionsspektrum. Die wirksamste Lichtwellenlänge für die Anthocyanbildung in Apfelscheibchen wurde jedoch für blaues Licht mit einer maximalen Emissionsspitze von 448 nm festgestellt.

Die spektrale Empfindlichkeit der Anthocyanbildung in ausgewählten Pflanzensorten, die kontinuierlich blauen oder roten Strahlen ausgesetzt waren, hing von der Bestrahlung und der Dauer der Belichtung ab. Bei Moosbeeren- und Apfelschalenscheiben war die Anthocyanbiosynthese bei einer Bestrahlung von 0,82 mW/cm<sup>2</sup> unter blauem Licht und 1,19 mW/cm<sup>2</sup> unter rotem Licht voll gesättigt (Fig. 2). In Fig. 2 ist die Auswirkung der Lichtstärke auf die Anthocyanbildung in Scheiben der großfrüchtigen Moosbeere (C) und des Apfels (A) dargestellt. Aus Fruchtschalen ausgeschnittene Scheibchen wurden sofort in das Inkubationsmedium übertragen und roter (1) sowie blauer (2) Bestrahlung unterschiedlicher Stärken während 144 Stunden ausgesetzt. Der Wert für jeden Punkt stellt einen Durchschnittswert von fünf getrennten Versuchen dar, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Fehler.

Bei Poinsettienblattscheiben war die für die Anthocyan-sättigung benötigte Blaulichtstärke die gleiche wie im Fall der Apfelschalenscheiben. Die Sättigung der Rotlichtstärke für die Anthocyanbildung war allerdings etwa 1/4 der für Apfelschalenscheiben nötigen Stärke, wie aus Fig. 3 hervorgeht, in der die Auswirkung der Lichtstärke auf die Anthocyanbildung in Scheibchen von Poinsettienblättern dargestellt ist. Aus modifizierten Blättern ausgeschnittene Scheibchen wurden so-

fort in das Inkubationsmedium übertragen und roten und blauen Strahlen unterschiedlicher Intensität gesondert während 120 Stunden ausgesetzt. Der Wert für jeden Punkt ist ein Durchschnittswert von fünf getrennten Untersuchungen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Fehler.

Im zeitlichen Verlauf der Anthocyansynthese unter blauer und roter Sättigungsbestrahlung von Poinsettienblattscheibchen zeigte sich anfangs eine Verzögerungsphase von ca. 12 Stunden, während der praktisch kein Anthocyan synthetisiert wurde. Die Bildung von Anthocyan begann am Ende der Verzögerungsphase und erreichte nach 120 Stunden bzw. 216 Stunden unter roter bzw. blauer Bestrahlung einen eingeschwungenen, beständigen Zustand, wie aus Fig. 4 hervorgeht, die den zeitlichen Ablauf der Anthocyansynthese für Poinsettienblattscheibchen darstellt. Aus Poinsettienblättern ausgeschnittene Scheibchen wurden sofort in das Inkubationsmedium übertragen und getrennt in der Stunde 0 roter Strahlung (660 nm: 0,30 mW/cm<sup>2</sup>) und blauer Strahlung (448 nm: 0,82 mW/cm<sup>2</sup>) ausgesetzt und zu den angegebenen Zeiten zur Abschätzung des Anthocyangehalts geerntet. Der Wert für jeden Punkt ist ein Durchschnittswert von fünf getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Fehler.

Bei Apfelschalenscheiben zeigte die Anthocyansynthese eine anfängliche Verzögerungsphase von ca. 24 Stunden und erreichte einen eingeschwungenen Zustand nach ca. 144 Stunden bzw. 196 Stunden unter blauer bzw. roter Sättigungsstrahlung, wie aus Fig. 5 hervorgeht, in der der zeitliche Ablauf der Anthocyansynthese für Apfelscheibchen dargestellt ist. Aus der Obstschale ausgeschnittene Scheibchen wurden unmittelbar in ein Inkubationsmedium übertragen und getrennt in der Stunde 0 blauer Bestrahlung (448 nm: 0,82 mW/cm<sup>2</sup>) und roter Bestrahlung (660 nm: 1,19 mW/cm<sup>2</sup>) ausgesetzt und zu den angegebenen Zeiten zur Abschätzung des Anthocyangehalts geerntet. Der Wert für jeden Punkt ist ein Durchschnittswert von fünf getrennten Untersuchungen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statis-

tische Standardabweichung.

Da das Aktionsspektrum für die Anthocyanbildung in Äpfeln und Poinsettien Maximalwerte bei Wellenlängen um 448 nm und 660 nm zeigte, wurde untersucht, welche relative Rolle diese Wellenlängen bei der Anthocyansynthese spielen. Aus den in Tabelle 1 aufgeführten Daten gehen die Wechselwirkungen blauer und roter Bestrahlungen auf die Anthocyansynthese beim Apfel hervor. Wenn Apfelschalenscheiben kontinuierlicher blauer Bestrahlung mit Sättigungslichtstärke ausgesetzt wurden, entstand mehr Anthocyan als bei kontinuierlicher roter Bestrahlung. Wenn kontinuierliches blaues Licht gleichzeitig mit kontinuierlicher roter Strahlung angewandt wurde, bildete sich ca. 36 % mehr Anthocyan als bei kontinuierlicher blauer Bestrahlung allein. Eine ähnliche Wirkung wurde bei kontinuierlicher Blaustrahlung beobachtet, wenn diese während der ganzen Bestrahlungsperiode mit schwachem rotem Strahlungsfluß angewandt wurde. Diese Ergebnisse zeigen, daß auf dem Wege über die "Intensivbestrahlungsreaktion" rotes Licht als Trigger für die blaue Strahlung wirkt und nicht umgekehrt, denn Blaulichtimpulse, die der kontinuierlichen roten Bestrahlung überlagert wurden, waren nicht gleichermaßen wirksam.

TABELLE 1

Auswirkung roter (660 nm) und blauer (448 nm) Lichtbehandlung auf die Anthocyanbildung in McIntosh-Apfelschalenscheiben

Behandlung	Anthocyanmenge *	
	(A <sub>530</sub> - 0,33A <sub>657</sub> )	
	<u>72 Std.</u>	<u>144 Std.</u>
kontinuierl. rot (1,19mW/cm <sup>2</sup> )	0,054±0,003	0,126±0,006
kontinuierl. blau (0,82mW/cm <sup>2</sup> )	0,088±0,004	0,197±0,011
kontinuierl. rot (1,19mW/cm <sup>2</sup> ) + kontinuierl. blau (0,82mW/cm <sup>2</sup> )	0,118±0,005	0,269±0,012
kontinuierl. rot (1,19mW/cm <sup>2</sup> ) + 10 Min. blau (0,82mW/cm <sup>2</sup> ) alle 4 Std.	0,056±0,002	0,163±0,006

kontinuierl. blau ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ ) +  $0,112 \pm 0,006$   $0,264 \pm 0,013$   
 10 Min. rot ( $1,19 \text{ mW/cm}^2$ ) alle  
 4 Std.

\* Werte sind Durchschnittswerte von fünf verschiedenen Untersuchungen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Standardabweichung.

Die Wechselwirkung von zwei Lichtwellenlängen auf die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheibchen unterschied sich etwas davon. Wie Tabelle 2 zeigt, ist der wirksamste Schmalbandbereich der von rotem Licht mit einer Spitzenstrahlung bei 660 nm. Eine Zunahme der Anthocyanbildung in Blattscheiben von über 60 % wurde beobachtet, wenn gemeinsam mit dem kontinuierlichen roten Licht eine kontinuierliche blaue Strahlung zur Verfügung gestellt wurde. Kurzfristiges Belichten mit blauer Strahlung gemeinsam mit kontinuierlicher roter Bestrahlung führte zu einer Anthocyanbildung, die der der kontinuierlichen blauen plus roten Bestrahlung entsprach.

TABELLE 2

Auswirkung roter (660 nm) und blauer (448 nm) Lichtbehandlung auf die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben

Behandlung	Anthocyanmenge *	
	( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )	
	<u>60 Std.</u>	<u>120 Std.</u>
kontinuierl. rot ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ )	$0,119 \pm 0,006$	$0,262 \pm 0,012$
kontinuierl. blau ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ )	$0,065 \pm 0,004$	$0,154 \pm 0,009$
kontinuierl. rot ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) + kontinuierl. blau ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ )	$0,187 \pm 0,012$	$0,422 \pm 0,025$
kontinuierl. rot ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) + 10 Min. blau ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ ) alle 4 Std.	$0,166 \pm 0,011$	$0,410 \pm 0,028$
kontinuierl. blau ( $0,82 \text{ mW/cm}^2$ ) + 10 Min. rot ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) alle 4 Std.	$0,088 \pm 0,006$	$0,186 \pm 0,010$

\* Die Werte sind Durchschnittswerte von fünf verschiedenen Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Standardabweichung.

Der Unterschied in der Aktionsweise roten und blauen Lichts auf Anthocyan scheint in Beziehung zu stehen zu der Stabilität eines Photorezeptors, möglicherweise eines Phytochroms. Bei Apfelscheiben scheint der Photorezeptor verhältnismäßig unstabil zu sein, da während der ganzen Blaubestrahlungsperiode kurze Belichtungen mit roter Strahlung nötig waren. Bei Rotstrahlung allein wird sowohl das für die blaue Intensivbestrahlungsreaktion nötige Phytochrom aktiviert als auch die Intensivbestrahlungsreaktion bei niedrigem Wirkungsgrad ermöglicht. Bei Poinsettiascheiben werden durch die Auswirkung der Blaubestrahlung auf die Anthocyanbildung vermutlich einige Vorläufer geschaffen, die für die Anthocyanbildung nötig sind. Vermutlich wird durch die blaue Strahlung das Niveau gewisser spezieller Inhibitoren reduziert, die die Phenylalanin-Ammoniak-Lyase stören, ein Enzym, welches bei der Anthocyan-Biosynthese eine Schlüsselrolle spielt.

Allerdings sollten zunächst grundlegende Kriterien erfüllt sein, ehe behauptet werden kann, daß Phytochrom in einem Pflanzensystem beteiligt ist. Die Erfüllung dieser Kriterien für die Anthocyanbildung ist in Tabelle 3 beschrieben.

### TABELLE 3

Auswirkung kurzer Bestrahlung mit rotem und langwellig rotem Licht auf die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben

Behandlung	Anthocyanmenge * ( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )
Dunkelkontrolle	0,001
10 Min. R/Tag	0,024
10 Min. FR/Tag	0,001
10 Min. R + 10 Min. FR/Tag	0,001
10 Min. FR + 10 Min. R/Tag	0,023

R = rot

FR= langwelliges Rot

\* Die Extraktion von Anthocyan erfolgte 5 Tage nach der ersten Bestrahlung. Herkömmliche Induktions-Reversionsversuche zeigten

gen, daß Phytochrom an der durch Licht vermittelten Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben beteiligt ist. Die Werte sind Durchschnittswerte von acht verschiedenen Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden.

Die Bildung von Anthocyan wurde durch kurze, 10-minütige, tägliche Belichtung mit rotem (R) Licht induziert, und dann wurde dieser Wirkung vollständig entgegengewirkt durch die unmittelbare und anschließende Belichtung mit langwelligem rotem (FR) Licht während 10 Minuten. Die Induktion durch eine einzige, kurze Behandlung mit geringer Bestrahlung und die rote/langwellig rote Umkehrreaktion ergaben den Beweis, daß das Phytochrom zumindest einer der bei der Anthocyanbildung beteiligten Photorezeptoren ist.

Tabelle 4 zeigt anhand wechselseitiger Änderungen der Bestrahlung und der Dauer der Bestrahlung, daß die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben den Wechselseitigkeitsverhältnissen gehorcht, und dies Ansprechverhalten ist eher eine Funktion der Dosis ( $I \cdot t$ ) als der Bestrahlung allein. Die Gültigkeit der Wechselseitigkeitsbeziehungen zeigt, daß nur ein Photorezeptor bei der Lichtsteuerung der Anthocyan synthese beteiligt ist.

TABELLE 4

Verhältnis zwischen benötigter Bestrahlung und Zeit für die Förderung der Anthocyanbildung durch Licht in Poinsettienblattscheiben

Rotlicht- bestrah- lung (I) ( $\mu W/cm^2$ )	Anthocyanmenge * ( $A_{530} - A_{657}$ )		
	Nach Bestrahlung während:		
	240 Std.	120 Std.	60 Std.
600	$0,256 \pm 0,013$	$0,268 \pm 0,015$	$0,262 \pm 0,014$
300	$0,249 \pm 0,015$	$0,265 \pm 0,011$	$0,119 \pm 0,006$
150	$0,251 \pm 0,012$	$0,123 \pm 0,005$	$0,062 \pm 0,004$



\* Von gestrichelten Linien umschlossene Werte stellen gleiche Lichtdosen dar, d.h.  $I \cdot t = \text{konstant}$ , wobei  $I$  = Bestrahlung und  $t$  = Zeit. Die Werte sind Durchschnittswerte von fünf getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Standardabweichung.

Die in Abhängigkeit von einer kurzfristigen Bestrahlung gebildete Anthocyanmenge ist verhältnismäßig klein und die maximale Erzeugung erfordert ausgedehnte Belichtung mit rotem Licht (Tabelle 5). Das zuerst genannte Ansprechen wurde als energieschwache, rote/langwellig rote, reversible Phytochromreaktion bezeichnet, während das zuletzt genannte als die hochenergetische Reaktion bezeichnet wurde, die auch unter dem Namen der Intensivbestrahlungsreaktion der Pflanzenphotomorphogenese bekannt ist. Das zuletzt genannte Ansprechen deutet an, daß die Phytochromwechselwirkung von der Lichtdauer abhängt oder daß möglicherweise ein zweites photochemisches System neben dem Phytochrom besteht, insbesondere die Photosynthese.

TABELLE 5

Auswirkung der Belichtungsdauer mit Rotlicht auf die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben

Behandlung	Anthocyanmenge * ( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )
10 Min. R/Tag** (660 nm: 0,30 mW/cm <sup>2</sup> )	0,024 $\pm$ 0,001
120 Std. R (660 nm: 0,30 mW/cm <sup>2</sup> )	0,265 $\pm$ 0,010

\* Die Werte sind Durchschnittswerte von acht getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden,  $\pm$  statistische Standardabweichung.

\*\* Die Extraktion von Anthocyan erfolgte fünf Tage nach der ersten Bestrahlungsbehandlung.

Um festzustellen, ob die Photosynthese bei der Förderung der Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben zu dem durch Rotlicht

vermittelten Intensivbestrahlungsreaktionsansprechverhalten beiträgt, wurden Versuche mit verschiedenen Inhibitoren der photosynthetischen Photophosphorylierung und der Chlorophyllsynthese unternommen. In Tabelle 6 sind die Auswirkungen zyklischer und nicht zyklischer photosynthetischer Inhibitoren auf die Anthocyansynthese zusammengefaßt. Poinsettienblattscheiben wurden während einer Zeitspanne getrennt mit vier Hemmstoffen unter Licht der Wellenlänge 660 nm inkubiert. Keiner der Hemmstoffe, z.B. 3- (3, -4 Dichlorphenyl) -1, Dimethylharnstoff (DCMU), Ammoniumsulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  nicht zyklischer Photophosphorylierung und Dinitrophenol (DNP) sowie Antimycin-A (ANT-A) konnte die durch Licht vermittelte Anthocyanbildung inhibieren.

TABELLE 6

Auswirkung von Photosyntheseinhibitoren auf die Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben

Behandlung -- Konzentration	Anthocyanmenge ( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )			
(M)	DCMU	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	DNP	ANT-A
0	0,268 <sup>a</sup>	0,261 <sup>a</sup>	0,249 <sup>a</sup>	0,253 <sup>a</sup>
$10^{-5}$	0,261 <sup>a</sup>	0,267 <sup>a</sup>	0,256 <sup>a</sup>	0,254 <sup>a</sup>
$10^{-3}$	0,264 <sup>a</sup>	0,259 <sup>a</sup>	0,252 <sup>a</sup>	0,249 <sup>a</sup>

\*DCMU = 3-(3, -4 Dichlorphenyl)-1, Dimethylharnstoff; DNP = Dinitrophenol;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  = Ammoniumsulfat; ANT-A = Antimycin-A.

Die Scheiben wurden während fünf Tagen rotem Licht der Wellenlänge 660 nm ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) ausgesetzt. Die Kontrollen wurden in 0,1 M Sukroselösung aufbewahrt. Die Werte sind Durchschnittswerte von fünf getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden. Durchschnittswerte innerhalb einer Säule, auf die ein identischer Exponent folgt, sind für Anthocyanwerte  $p < 0,05$  nicht signifikant unterschiedlich.

Auch Streptomycin (STM) und Chloramphenicol (CHP) als Hemmstoffe der Chloroplastentwicklung und Chlorophyllsynthese

hatten in zwei unterschiedlichen Konzentrationen (10 ppm (Teile/Million) und 100 ppm) keine Auswirkung auf die Anthocyan synthese (Tabelle 7).

TABELLE 7

Wirkung der Antibiotika Streptomycin (STM) und Chloramphenicol (CHP) auf die Anthocyan synthese in Poinsettienblattscheiben

Behandlung - Konzentration (ppm)	Anthocyanmenge* ( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )	
	STP	- CHP
0	0,265 <sup>a</sup>	0,258 <sup>a</sup>
10	0,259 <sup>a</sup>	0,267 <sup>a</sup>
100	0,268 <sup>a</sup>	0,252 <sup>a</sup>

\* Die Scheiben wurden fünf Tage lang rotem Licht der Wellenlänge 660 nm ( $0,30 \text{ mW/cm}^2$ ) ausgesetzt. Kontrollscheibchen wurden in 0,1 M Sukroslösung inkubiert. Die Werte sind Durchschnittswerte von fünf getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden. Durchschnittswerte innerhalb jeder Spalte, auf die ein identischer Exponent folgt, sind für Anthocyanwerte nicht signifikant unterschiedlich,  $p < 0,05$ .

Die grundlegenden Merkmale des Phytochromansprechens, wie die relative Wirksamkeit unterschiedlicher Bestrahlungsniveaus, die rote/langwellig rote Umkehrbarkeit und die Gültigkeit der Wechselseitigkeitsverhältnisse des Ansprechverhaltens wurden durch Antibiotika nicht beeinflusst. Die Verhältnisse der nach 10-minütiger Rotbehandlung und 10-minütiger Rotbehandlung/10-minütiger Langwellig-Rot-Behandlung erzeugten Anthocyan-niveaus waren in dem Inkubationsmedium, welches die Hemmstoffe enthielt, dieselben, die auch bei der Kontrollanordnung beobachtet wurden (Tabelle 8). Diese Ergebnisse zeigen, daß die Photosynthese bei der von rotem Licht abhängigen Anthocyanbildung keine Rolle spielt, und daß die Wirkung der Rotlichtbestrahlung auf die Anthocyan synthese und die photosynthetische Entwicklung voneinander unabhängig sind.

TABELLE 8

Einfluß von Streptomycin (STM) und Chloramphenicol (CHP) auf die R-FR-Reversibilität der Anthocyanbildung in Poinsettienblattscheiben

Behandlung	Anthocyanmenge* ( $A_{530} - 0,33A_{657}$ )		
	Kontrolle (0,1 M Sukrose)	STP (100 ppm)	CHP (100 ppm)
Dunkelkontrolle	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>
10 Min. R/Tag	0,024 <sup>b</sup>	0,025 <sup>b</sup>	0,024 <sup>b</sup>
10 Min. FR/Tag	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>
10 Min. R + 10 Min. FR/Tag	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>
10 Min. FR + 10 Min. R/Tag	0,023 <sup>b</sup>	0,024 <sup>b</sup>	0,023 <sup>b</sup>

\* Die Extraktion von Anthocyan erfolgte fünf Tage nach der ersten Bestrahlung. Die Werte sind Durchschnittswerte von drei getrennten Versuchen, die dreifach durchgeführt wurden. Durchschnittswerte innerhalb jeder Spalte, auf die ungleiche Exponenten folgen, unterscheiden sich signifikant für Anthocyanwerte,  $p < 0,05$ .

#### 4. Diskussion

Die Aktionsspektren für die Anthocyanbildung in großfrüchtigen Moosbeeren, Apfelfruchtschalen und Poinsettienblattscheiben zeigen zwei Maximalwerte, einen im blauen und den anderen im roten Bereich des sichtbaren Spektrums (Fig. 1). Die spektrale Empfindlichkeit und die Strahlungsabhängigkeit der Anthocyan-synthese in einer kontinuierlichen Bestrahlung ausgesetzten Geweben hängt von der Dauer der Belichtung ab (Fig. 2 bis 5). So wird die Anthocyan-synthese durch Intensivbestrahlungsreaktionen gesteuert, die durch die Wechselwirkungen des Phyto-chroms mit anderen Intensivbelichtungsreaktions-Photorezeptoren bewirkt werden.

Rotes Licht bewirkte eine Stimulierung der Anthocyanbildung, und diese Wirkung wurde wieder aufgehoben, wenn auf das rote Licht unmittelbar langwellig-rotes Licht folgte. Diese Reversibilität wurde bei kurzen Belichtungszeiten erhalten, was deutlich zeigte, daß Phytochrom beteiligt war (Tabelle 3):

### Feldstudien

#### 1. Äpfel

##### a. Lichtbehandlung zur Nachtunterbrechung

Äpfel (der Sorten McIntosh und roter Delicious) an Bäumen, die einer Lichtbehandlung zur Unterbrechung der Nacht (Hochleistungsentladung und/oder VHO schmalbandige Leuchtstofflampen:  $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  bis  $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , 1/4 Stunde pro Tag) während 40 Tagen vor der Ernte ausgesetzt wurden, zeigten eine bessere Anthocyanbildung als Kontrollgruppen (die keine Belichtung zur Unterbrechung der Nacht erfuhren).

In Tabelle I ist die Auswirkung der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung auf die Entwicklung der roten Farbe in Äpfeln zur Zeit der Ernte zusammengefaßt. Es sind verschiedene Daten zum Vergleich von Kontrollgruppen mit beleuchteten Pflanzen aufgeführt, und zwar für McIntosh-Äpfel für die Jahre 1977 und 1980 und rote Delicious-Äpfel für 1978-1980 in den Bundesstaaten Washington und Kalifornien. Es sei darauf hingewiesen, daß für das Jahr 1977 bei den 30 Tage lang vor der Ernte einer Beleuchtung zur Unterbrechung der Nacht ausgesetzten Bäumen die prozentuale rote Farbe der Äpfel eine Verbesserung von 73,8 % auf 78,3 % (eine Steigerung um 4,5 %) zeigte. Im Jahr 1978 ergab sich bei einer Belichtung von 30 Tagen für die belichtete Gruppe eine Verbesserung gegenüber der Kontrollgruppe von 62,8 % gegenüber 53 % (eine Steigerung von 9,8 %).

Die Abweichung zwischen Jahresdaten beruht teilweise darauf, daß die jahreszeitlichen Bedingungen in zwei Jahren hinsichtlich der Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Regenmenge, Insekten-

befall und dergleichen nicht identisch sind.

Als Licht wurde eine Kombination aus kontinuierlichem blauem und kontinuierlichem rotem Licht mit maximalen Emissionsspitzen um 448 nm bzw. 660 nm angewandt.

Die Äpfel der Sorte roter Delicious wurden in Wenatchee, Washington 1978 und in Linden, Kalifornien 1979 während einer 45 Tage umfassenden Periode 1/4 Stunde pro Nacht belichtet und zeigten gegenüber einer Kontrollgruppe eine Verbesserung von 9,2 bzw. 7 %. Die Versuche wurden im folgenden Jahr mit 40-tägiger Belichtung wiederholt und ergaben eine Verbesserung von 9,2 % bzw. 12,5 %.

TABELLE I

Auswirkung der Nachtunterbrechungs- Lichtbehandlung auf die  
Entwicklung der roten Farbe in Äpfeln zur Zeit der Ernte

Behandlung	1977* McIntosh (B)	% rote Farbe			
		1978* McIntosh (B)	1978** roter De- licius (W)	1979** roter De- licius (L)	1980 roter De- licius (Top Red) (L)
Kontrolle	73,8	53	89	53	89
Belichtet	78,3	62,8	98,2	60	98,2
					47,5
					60

\* Bäume wurden der Nachtunterbrechungsbehandlung ca. 30 Tage  
vor der Obsternte ausgesetzt

\*\* Bäume wurden der Nachtunterbrechungsbehandlung ca. 45 Tage  
vor der Obsternte ausgesetzt

(B) = Belchertown, MA  
(W) = Wenatchee, Washington  
(L) = Linden, CA

In der folgenden Tabelle II sind die Auswirkungen der Nachtunterbrechungsbehandlung auf das Erntewachstum und die Qualität von Äpfeln der Sorte roter Delicious für das Jahr 1979 in Wenatchee, Washington zusammengefaßt. Dabei wurde ein Vergleich gezogen zwischen einer Kontrollgruppe, mit 'alar' behandelten Äpfeln sowie einer Nachtunterbrechungsbehandlung mit zwei unterschiedlichen Dosierungen.

Die Ergebnisse zeigen insbesondere, daß durch die Belichtung zur Unterbrechung der Nacht der Prozentsatz an roter Farbe sowohl gegenüber der Kontrollgruppe als auch gegenüber der mit 'alar' behandelten Gruppe verbessert ist. Eine Verbesserung zeigte sich auch im Prozentsatz der Gesamtfeststoffe und im Trockengewicht der Äpfel.



TABELLE II

Auswirkungen der Nachtunterbrechungs-Behandlung auf das Erntewachstum und die Qualität von Äpfeln der Sorte roter Delicius(Wenatchee, WA) 1979

Behandlung	Proben- größe*	Gewicht/ Apfel	Fleisch- festigkeit (kg)	lösbare Feststoffe (%)**	Naßge- wicht (g)*	Trocken- gewicht (g)	% Gesamt- feststoffe	% Farbe
Kontrolle	72	183+3,98	9,23+0,06	10,33+0,13	10,37+0,02	11,99+0,14	89+1,2	
					1,26+0,01			
Alar (1200 ppm)	72	183,58+4,97	8,68+0,06	9,91+0,24	10,23+0,08	11,84+0,12	94,5+1	
					1,22+0,01			
10 µW/cm² 660 nm	72	192+3,43	9,1+0,06	10,59+0,14	10,31+0,04	13,5+0,15	99,3+1	
					1,39+0,02			
20 µW/cm² 660 nm	72	183,64+4,33	9,38+0,09	10,27+0,16	10,29+0,02	13,05+0,15	97+1	
					1,35+0,02			

\* Die Probengröße bestand aus 72 Früchten/Behandlung (18 Früchte/Baum) die aufgrund ihrer gleichmäßigen Größe ausgewählt wurden.

\*\* Lösliche Feststoffe nicht auf Temperatur korrigiert. - Ernteperiode.

\*\*\* Fruchtstück gleichförmiger Größe wurde für die Bestimmung der Gesamtfeststoffe benutzt.

Bei der Verwendung von Ethrel, einem chemischen Wachstumsregulator, der für die rote Färbung von Äpfeln kommerziell Verwendung findet, erhält man Äpfel mit schlechten Lagereigenschaften. Im Gegensatz dazu haben Äpfel, die einer Lichtbehandlung mit blauem und rotem Licht zur Unterbrechung der Nacht ausgesetzt werden; gute Lagereigenschaften, wie die Tabelle III unten zeigt.

TABELLE III

Auswirkung der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung auf die Fruchtqualität von Ernteäpfeln der Sorte roter Delicius-Top Red, Linden, CA 1980

Behandlung	Durchschn. Farbe (%)	Durchschn. Festig- keit (lbs.)	Durchschn. Lager- Feststoffe qualität (%)	Lager- qualität
Kontrolle	47,5	18,70	11,93	gut
Belichtet	60	18,79	11,58	gut
Ethrel*	50	17,04	13,77	schlecht
"Standard der Apfel- anbauer in CA		18 - 19	11 - 12	

\* Ethrel ist ein chemischer Wachstumsregulator der kommerziell Verwendung findet für die rote Farbgebung von Äpfeln.

Gegenüber den "Kontrolläpfeln", die keine Belichtung zur Unterbrechung der Nacht erfuhren, hatte die Lichtbehandlung von Äpfeln der Sorte roter Delicius zur Unterbrechung der Nacht vor der Ernte verschiedene Vorteile. Wie Tabelle IV zeigt, waren die belichteten Äpfel eher von Verbraucherqualität (USA: extra fancy oder fancy), sie hatten einen höheren Prozentsatz an Feststoffen, waren schwerer, länger und hatten einen höheren Prozentsatz an roter Farbe. Ferner zeigte sich eine Zunahme des Wachstums des Baumstamms.

TABELLE IV

Auswirkung der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung auf die Fruchtqualität und das Stammwachstum der Ernteäpfel roter Delicius, Linden, CA zur Zeit der Ernte 1979

Behandlung	Proben- größe	Tafel- äpfel	Fruchtqualität (%)	Saft	Aus- schuß	andere	Festig- keit (lbs)	% Fest- stoffe	Frucht- gewicht (Unze)	Länge (cm)	% rote Farbe	Stamm- wachs- tumszu- nahme (Zoll)	relative Prozent- zunahme des Stammwachs- tums
Kon- trölle	144	46,89	26,89	4,16	22,1	16,39 ± 0,28	13,70 ± 0,25	5,24 ± 0,16	6,95+ 0,09-	53	2,93		
Be- lich- tet	149	58,4	21,47	6,04	14,09	16,41 ± 0,24	13,88 ± 0,25	5,73+ 0,17-	7,11+ 0,08-	60	4,1	42	

- 26 -  
- 22 -

3409796

Die einer Lichtbehandlung zur Nachtunterbrechung unterzogenen Äpfel hatten die Festigkeit der "Kontrolläpfel" beibehalten und waren ebenso gut lagerfähig wie die Kontrolläpfel. Sie hatten einen höheren Prozentsatz an Feststoffen als die Kontrolläpfel und auch einen höheren Prozentsatz an roter Farbe. Im Gegensatz dazu waren die mit Ethrel behandelten Äpfel weniger fest, weniger massiv und hatten schlechte Lagereigenschaften, wie Tabelle V zeigt.

TABELLE V

Vergleichbare Auswirkungen der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung und Ethrel-behandlung auf die Erntefruchtqualität von Äpfeln der Sorte roter Delicius, Linden, CA 1979

Behandlung	Festigkeit (lbs)	% Feststoffe	% rote Farbe	Lagerqualität
Kontrolle	16,39 ± 0,28	13,70 ± 0,25	53	Gut
Belichtet	16,41 ± 0,24	13,88 ± 0,25	60	Gut
Ethrel	12,42 ± 0,39	15,88 ± 0,97	55	Schlecht

Ethrel (kommerziell verwendet zur roten Farbgebung von Äpfeln) wurde etwa zwei Wochen vor der Obsternte versprüht.

- 28 -

- 24 -

3409796

b. Kontinuierliche Lichtbehandlung nach der Ernte

In der folgenden Tabelle VI ist der Prozentsatz an roter Farbe für Äpfel der Sorte roter Delicious in Linden, Kalifornien für das Jahr 1979 unter Kontrollbedingungen und Belichtungsbedingungen aufgeführt. Vor der Ernte wurden die belichteten Äpfel vier Stunden (von 22.00 bis 2.00 Uhr) einer kontinuierlichen Rotlichtbestrahlung (Spitzenemission bei 660 nm) und Blaulichtbestrahlung (Spitzenemission bei 448 nm) mit ca. 100  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ausgesetzt. Nach der Ernte wurden die belichteten Äpfel vier Tage lang, während sie kalt gelagert aufgehoben wurden, einer kontinuierlichen Belichtung mit Licht der Wellenlänge 660 nm (ca. 100  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) ausgesetzt.

TABELLE VI

Auswirkung der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung auf die Entwicklung der roten Farbe in Äpfeln der Sorte roter Delicious in Linden, CA, 1979

Behandlung	28 Tage	<u>% rote Farbe</u>		nach der Ernte 4 Tage in regulärer kalter Lagerung*
		35 Tage	Ernte 50 Tage	
Kontrolle	30	33	53	55
Belichtet	40	46	60	85

Die Nachtunterbrechungsbehandlung begann am 3. Juli 1979. Die Bäume wurden rotem (660 nm) und blauem (448 nm) Licht (ca. 100  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) während 4 Stunden (22.00 bis 2.00 Uhr) pro Nacht ausgesetzt.

\* Nach der Ernte wurde das Obst regulär kalt gelagert (10° C). Die belichtete Gruppe wurde sofort vier Tage lang kontinuierlich Licht der Wellenlänge 660 nm (ca. 100  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) ausgesetzt. Die Früchte wurden nach vier Tagen hinsichtlich ihrer Farbe einer Qualitätsabstufung unterzogen.

2. Trauben

Trauben der Sorte Emperor wurden am Weinstock 40 Tage vor der Ernte ein bis vier Stunden pro Tag einer Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung unterzogen (Hochleistungsentladungs- und

schmalbandige Leuchtstofflampen: 1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  bis 200  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ).  
Gegenüber einer Kontrollgruppe, die keine Nachtunterbrechungs-  
behandlung erfuhr, zeigte sich eine Verbesserung der Anthocyan-  
bildung, wie aus der folgenden Tabelle VII hervorgeht.

Durch die Lichtbehandlung zur Unterbrechung der Nacht wurde  
weder das Fruchtwachstum (Größe) noch die Qualität (Fleisch-  
festigkeit, Feststoffe und Lagerungsdauer) zur Zeit der Ernte  
beeinträchtigt. Auch das Schößlingswachstum und die Entwick-  
lung von Fruchtknospen war normal.

TABELLE VII

Auswirkung der Nachtunterbrechungs-Lichtbehandlung auf die  
Zuckeransammlung und Anthocyanbildung in Trauben der Sorte  
Emperor

Behandlung	Durchschn. % Zucker	Anthocyan- stärke
Kontrolle	14	+
Ethrel	15,2	++++-
Rotes Licht	15,9	+++
Blaues Licht	15,4	++
Rotes & blaues Licht	15,8	+++
Rotes Licht & Ethrel	16,93	++++-
Blaues Licht und Ethrel	16,23	++++-
Rotes & blaues Licht & Ethrel	16,30	++++-

Datenzusammenstellung: zwei Wochen vor der Ernte

+ Bedeutet (10-20%) rosa Farbe der Beeren

++ Bedeutet (30-45%) rosa Farbe der Beeren

+++ Bedeutet (50-75%) rosa Farbe der Beeren

++++ Bedeutet (80-99%) rosa Farbe der Beeren

- Bedeutet Erweichung und tiefbraun-rote Färbung der Beeren  
(kommerziell unerwünschte Eigenschaften).

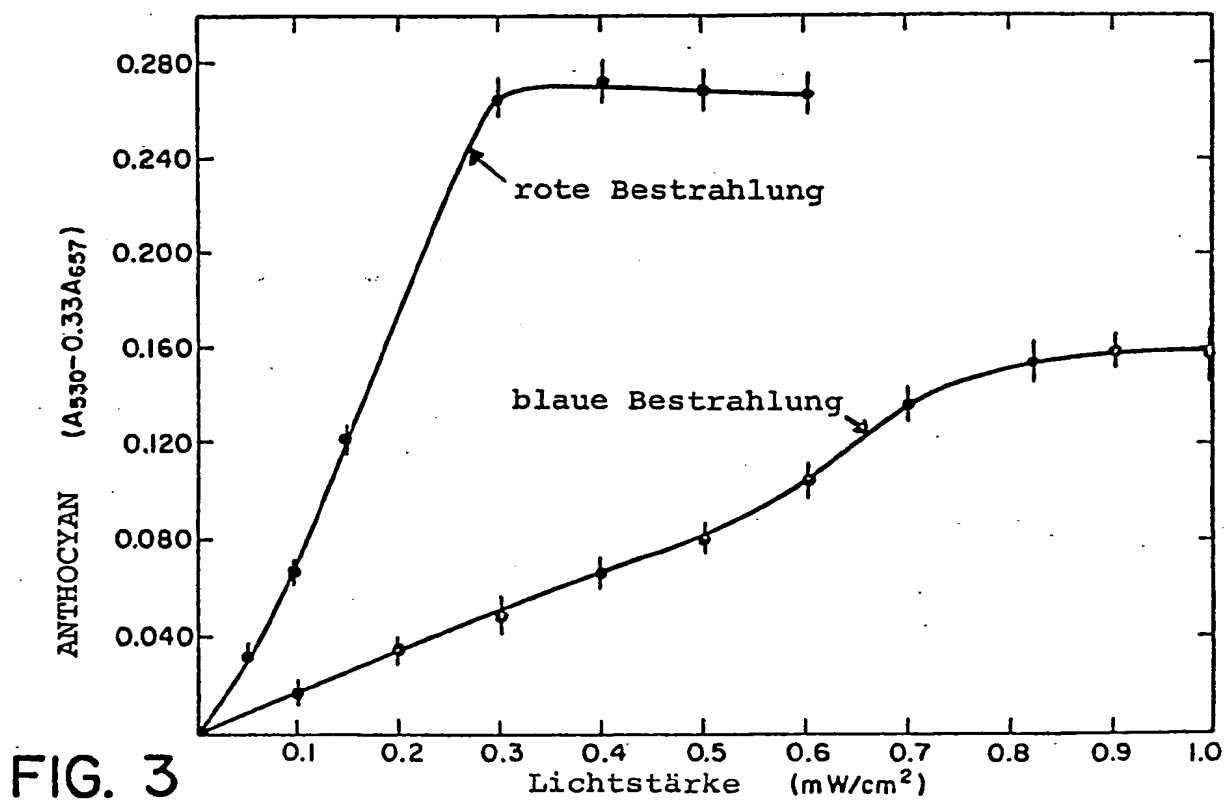
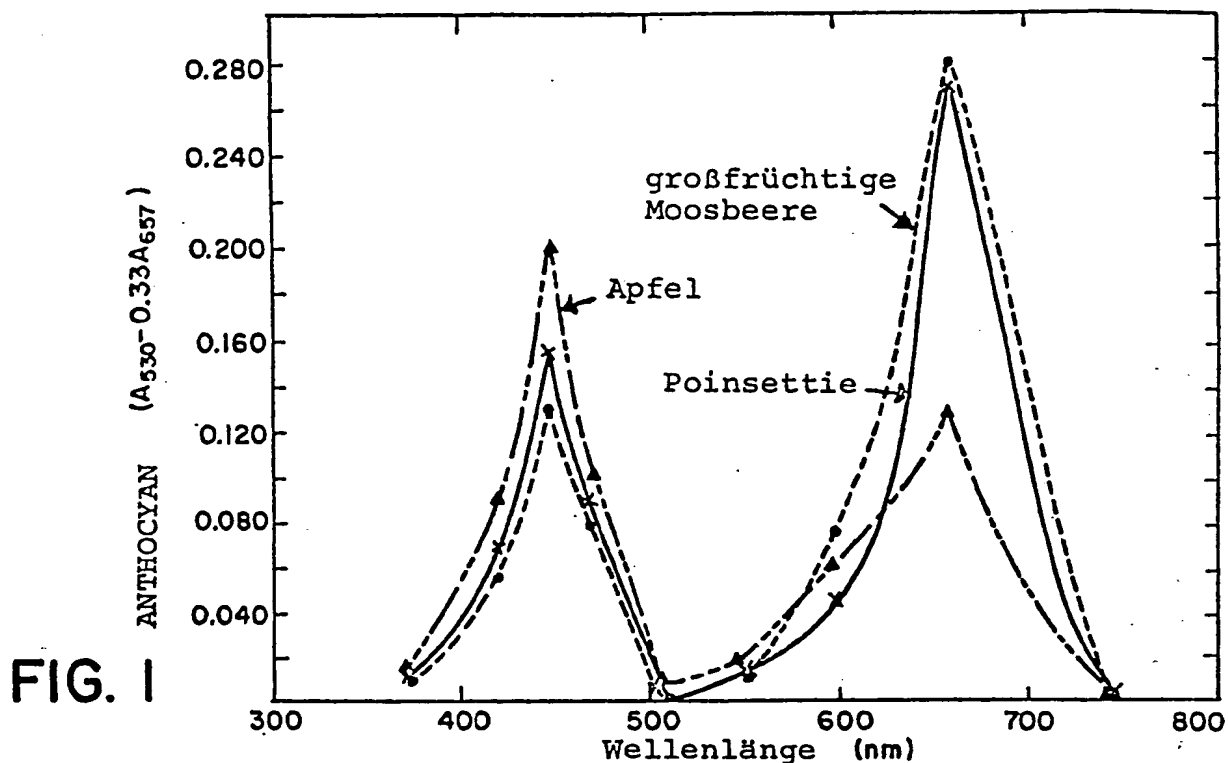
#### Schlußfolgerungen

Die Verwendung eines speziellen Beleuchtungssystems sollte  
eine deutliche Verbesserung der Farbe von Frucht- und Zier-  
pflanzen bringen (entweder Belichtung des Erzeugnisses bei

Lagerung oder im Gewächshaus und unter Feldbedingungen), ohne Phytotoxizität zu verursachen oder nachteilige Einflüsse auf das normale Wachstum und die normale Entwicklung der Bäume zu haben.

Bei Anwendung der Erfindung kann die Farbe von Früchten bei normaler kühler Lagerung, im Gewächshaus und unter Feldbedingungen durch die Anwendung spezieller Lichtbehandlungen verbessert werden, ohne daß das Pflanzenwachstum und die Pflanzenentwicklung nachteilig beeinflusst wird. Die Lagerqualitäten des Obstes bleiben bestehen, und die Umgebung wird von gefährlichen chemischen Rückständen freigehalten. Aus normaler kühler Lagerung entnommene Äpfel können jederzeit vor und nach der Ernte einer Lichtbehandlung unterzogen werden, ohne daß die Farbe im Anschluß daran schwächer wird.





- 32 - 3409796

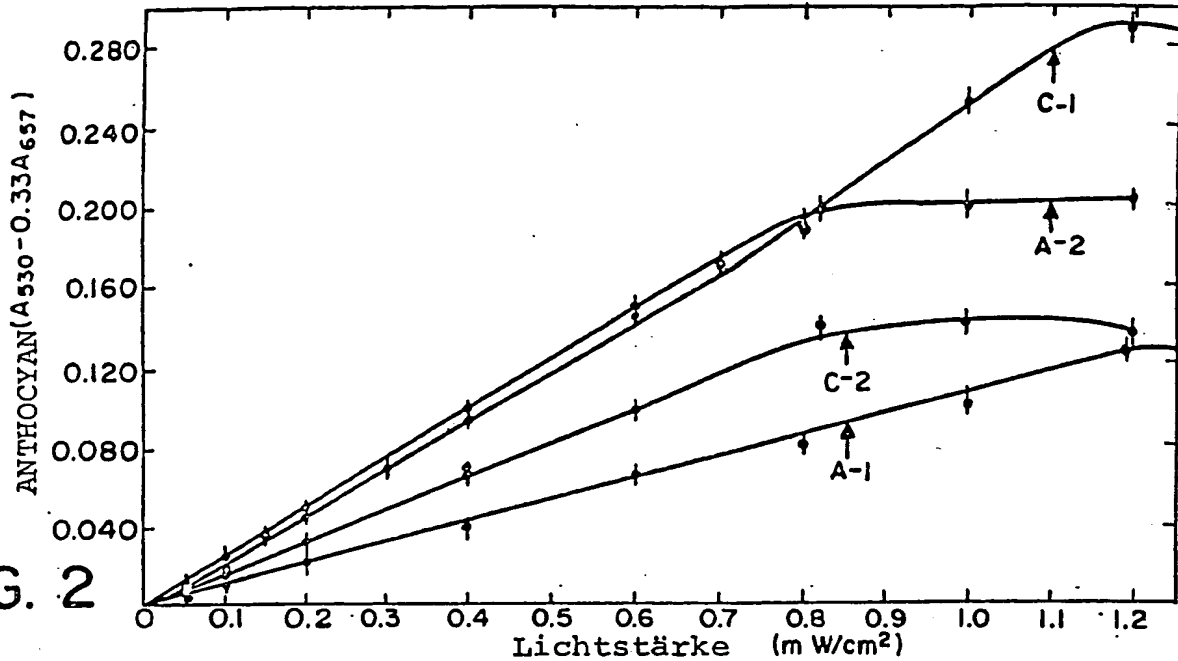


FIG. 2

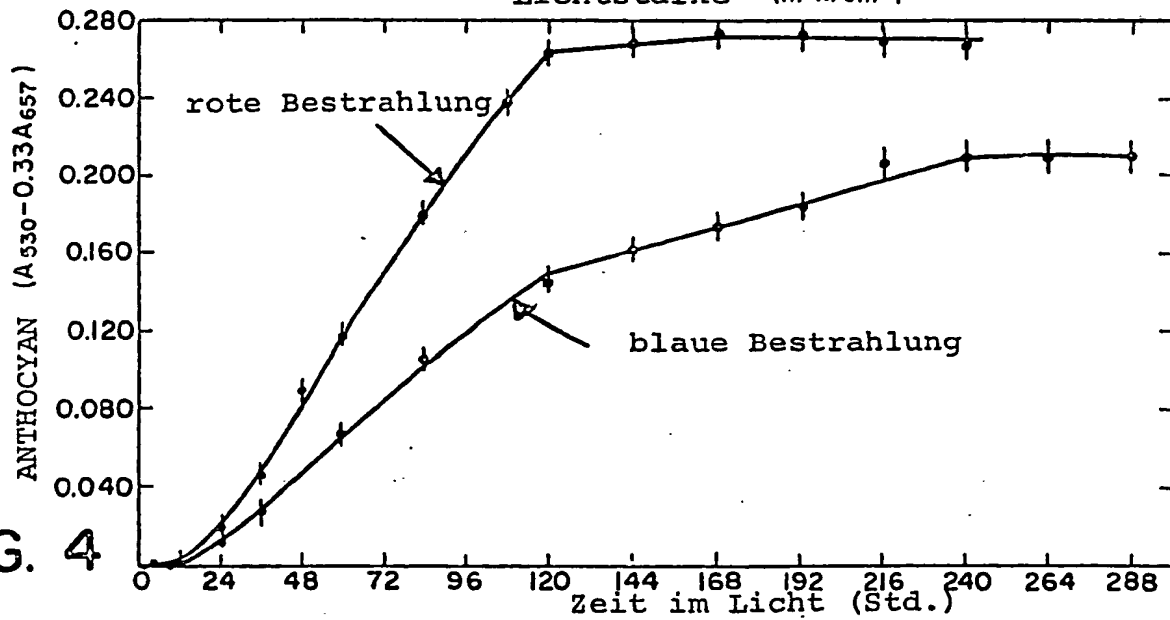


FIG. 4

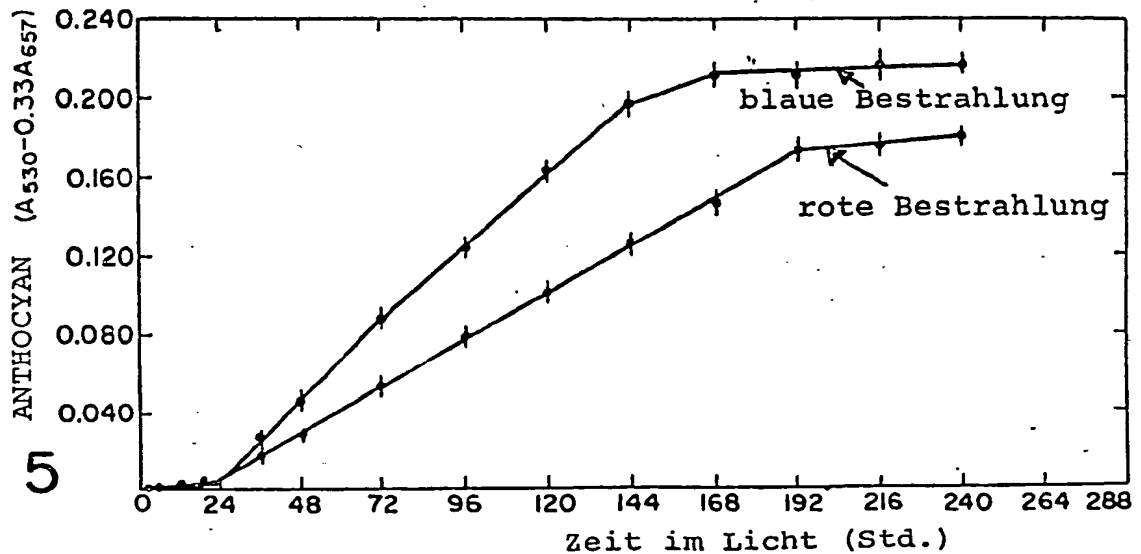


FIG. 5